

TINJAUAN PENGGUNAAN ABU BATU DAN ABU VULKANIK SEBAGAI *FILLER* TERHADAP DURABILITAS *ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC – WC)*

Hadi Ali¹⁾

Abstract

Filler is component of pavement construction. The little prosentase of filler in the mixture has big effect in characters marshall also be mixture performance towards traffic load. The pavement construction in this research is asphalt concrete - wearing course (ac-wc), by using vulcanic ash and stone ash as filler in refusal density. In asphalt optimum content that is 6,00 % to filler of stone ash and 5,9 % to filler of vulcanic ash, in refusal density test 2x400 collision, fulfil spesification and both types of collision be correlate of marshall parameter with longly soaking 0, 1, 2, and 3 days. The result that got after soaking, pavement structural with filler of vulcanic ash has stability 1084,307 kg and flow 3,55 mm, while a with filler of stone ash has stability 1077,842 kg and flow 3,6 mm. Test of durability that mixture with filler of vulcanic ash has value better from in stone ash, the Retained stability index of mixture with filler of vulcanic ash has prosentase 99,08262 %, while in filler of stone ash 98,84916 %.

keywords: *filler, stone ash, vulcanic ash.*

Abstrak

Filler adalah salah satu komponen dalam campuran yang mempunyai peranan pada lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan. Prosentase yang kecil pada *filler* terhadap campuran bukan berarti tidak mempunyai efek yang besar pada sifat-sifat Marshall yang juga merupakan kinerja campuran terhadap beban lalu lintas. Lapis perkerasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Lapis Beton Aspal jenis *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*, dengan menggunakan abu vulkanik dan abu batu sebagai *filler* pada kepadatan mutlak.

Pada Kadar Aspal Optimum yaitu 6,00 % untuk *filler* abu batu dan 5,9 % untuk *filler* abu vulkanik, pada uji kepadatan mutlak 2x400 tumbukan, sudah memenuhi spesifikasi dan uji tumbukan tersebut merupakan hubungan parameter Marshall dengan lama perendaman dalam jangka waktu 0, 1, 2, dan 3 hari. Hasil yang diperoleh setelah perendaman, lapis perkerasan dengan *filler* abu vulkanik mempunyai stabilitas 1084,307 kg dan kelelahan 3,55 mm, sedangkan *filler* abu batu mempunyai stabilitas 1077,842 kg dan kelelahan 3,6 mm. Uji durabilitas campuran dengan *filler* abu vulkanik mempunyai nilai yang lebih baik dari pada abu batu, indeks stabilitas sisa campuran dengan *filler* abu vulkanik mempunyai prosentase 99,08262 %, sedangkan pada abu batu 98,84916 %.

Kata kunci: *Filler, abu batu, abu vulkanik.*

1. PENDAHULUAN

Lapis perkerasan jenis Laston Lapis Aus 2 (AC-WC), adalah salah satu jenis lapis perkerasan yang sesuai pada jenis perkerasan lentur yang sebagian besar digunakan sebagai perkerasan jalan di Indonesia. Keuntungan jenis perkerasan ini diantaranya memiliki stabilitas yang tinggi, kedap air dan dapat memikul beban yang besar. Akan tetapi hal ini tidak selalu dapat dipenuhi karena pengaruh beberapa hal seperti cuaca, beban yang melebihi beban rencana, atau kualitas aspal dan gradasi agregat yang tidak baik. Kemampuan perkerasan lentur jalan untuk menahan hambatan dan kerusakan secara

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung. Surel: hadiali48@gmail.com.

nyata, berhubungan dengan durabilitas yaitu kemampuan dari suatu lapisan untuk menahan pengaruh udara, air, perubahan suhu dan keausan akibat gesekan roda kendaraan. Durabilitas dapat diartikan juga sebagai kemampuan dari suatu campuran untuk mencegah terjadinya perubahan pada aspal seperti oksidasi, kehancuran agregat dan pengelupasan selimut aspal pada permukaan agregat (Shell, 1990 dalam Hadi YM, 2001). Akibat oksidasi dan penguapan dengan udara, aspal akan mengalami proses pengerasan dan mengakibatkan campuran beraspal menjadi getas dan rapuh. Akibat pengaruh air pada campuran beraspal akan menyebabkan hilangnya daya adesi antara aspal dengan agregat sehingga terjadi agregat mudah saling terlepas satu sama lainnya. Tingkat durabilitas yang rendah adalah salah satu alasan kerusakan penurunan kinerja perkerasan lentur (Craus, 1981 dalam Ricky Kusmawan, 2000).

Filler merupakan salah satu bahan yang berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga dari suatu campuran beraspal. Disamping itu *filler* berfungsi pula sebagai media untuk pelumasan aspal terhadap permukaan agregat. Prosentase yang kecil pada *filler* terhadap campuran bukan berarti tidak mempunyai efek yang besar pada sifat-sifat Marshall yang juga merupakan kinerja campuran terhadap beban lalu lintas (Putrowijoyo R, 2006). Penelitian penggunaan jenis *filler* sebagai bahan campuran perkerasan telah banyak dilakukan seperti semen, kapur, *fly ash*, serbuk genting, lanau dan sebagainya. penggunaan *filler* dengan berat jenis yang jauh lebih kecil dari pada berat jenis agregat kasar dan halus akan menyebabkan campuran menjadi kurang aspal, yang ditandai dengan nilai rongga dalam campuran (VIM) yang lebih besar dari batas spesifikasi atas dan nilai rongga terisi aspal (VFA) yang lebih kecil dari batas spesifikasi bawah (Widodo S, 2000). Sedangkan menurut Pratomo (1999), bahwa bahan semen dan abu batu (*fly ash*) merupakan bahan terbaik yang boleh dipakai sebagai *filler*, sedangkan kapur sebagai bahan *filler* membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak untuk bisa menghasilkan nilai stabilitas yang tinggi. Bahan lain yang belum digunakan sebagai bahan *filler* adalah Abu vulkanik yaitu salah satu jenis tephra (ekstrusi vulkanik udara), yang biasanya merusak (*destruktif*) pada awalnya, tetapi dalam waktu tertentu dapat berguna. Dalam pengertian lain bahwa Abu vulkanik atau Pasir vulkanik adalah bahan material vulkanik jatuhnya yang disebarkan keudara saat terjadi letusan gunung berapi. Abu maupun pasir vulkanik terdiri dari batuan yang berukuran besar hingga berukuran halus, yang berukuran besar biasanya jatuh disekitar kawah dalam radius 5-7 km, sedangkan yang berukuran halus sampai ratusan bahkan ribuan km dari kawah disebabkan oleh adanya hembusan angin (Sudaryo dkk, 2009). Ukuran partikel abu yang jatuh ke tanah umumnya menurun secara eksponensial dengan semakin jauh jaraknya dari gunung berapi, juga rentang ukuran butir abu vulkanik biasanya berkurang melawan arah angin dari gunung berapi menjadi semakin kecil. Ukuran partikel pasir dan lumpur berkisar 0,001 mm hingga 2 mm. Dengan ukuran partikel abu vulkanik tersebut, sangat memungkinkan untuk material yang dapat digunakan sebagai bahan *filler*. Namun keberadaan material tersebut cukup langka dan tidak mudah mendapatkannya. Kelangkaan material abu tersebut merupakan kelemahan, sehingga tidak banyak yang melakukan penelitian terhadap penggunaan abu vulkanik sebagai bahan lapis perkerasan. Oleh karena itu berdasar fungsi tersebut perlu adanya penelitian tentang penggunaan *filler* abu vulkanik sebagai bahan Campuran Aspal Panas jenis *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik campuran dan potensi durabilitasnya.

2. METODE PENELITIAN.

2.1 BAHAN.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini agregat kasar, agregat halus, aspal dan bahan tambah sebagai *filler* berupa abu vulkanik dan abu batu.

- a. Agregat kasar, halus maupun *filler* memenuhi standar SNI yang bersumber dari Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dikjen-Binamarga, 2006, untuk lapis perkerasan jenis Laston.
- b. Aspal yang digunakan jenis aspal keras dengan Penetrasi 60.
- c. Abu Vulkanik yang digunakan berasal dari letusan gunung merapi (Yogyakarta). Diambil pada bulan November 2010, dari daerah Sleman yang berjarak ± 9 km dari puncak letusan.

2.2. PROPORSI AGREGAT CAMPURAN.

Proporsi agregat campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti yang tertera pada Tabel : 1 dibawah.

Tabel 1. Proporsi Campuran benda uji

Saringan	Diameter	% Lolos	%Tertahan	ABU BATU	ABU VULKANIK
3/4"	19,05	100,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	92,00	8,00	92,82	93,05
3/8"	9,53	82,75	9,25	107,33	107,59
No. 4	4,76	56,25	26,50	307,47	308,24
No. 8	2,38	37,75	18,50	214,65	215,19
No. 16	1,19	24,5	13,25	153,74	154,12
No. 30	0,60	16,75	7,75	89,92	90,15
No. 50	0,30	11,75	5,00	58,01	58,16
N. 200	0,075	4,50	7,25	84,12	84,33
PAN	-	0,00	4,50	52,21	52,34
Jumlah (Gram)				1160,27	1163,17
Berat Jenis teori Maks. (gr/cm ³)				2,475	2,48
Berat Aspal (Gram)				74,06	72,93
KAO				6,0 %	5,9 %

2.3. PEMBUATAN BENDA UJI.

Pada percobaan ini menggunakan benda uji standar berupa sebuah cetakan yang berdiameter 101,6 mm (4inci) dan tinggi 75 mm (3inci). Benda uji didapatkan dengan menggunakan alat pemadat Marshall (*Marshall Compaction Hummer*) dengan berat 4,54 kg , diameter 3. 7/8 inci dan tinggi jatuh 457 mm (18 inci). Pemadatan dilaksanakan dengan pemadatan manual standar Marshall dengan 2 x 400 tumbukan.

Secara skematik jenis dan jumlah benda uji dapat dilihat dalam Tabel.2. dibawah

Tabel 2. Jenis dan jumlah benda uji.

PENGUJIAN	Peren daman (Hari)	PENGUNAAN FILLER		JUMLAH BENDA UJI
		Abu Batu. (KAO = 6,0%)	Abu Vulkanik (KAO = 5,9%)	
Marshall dengan Kepadatan Mutlak & Durabilitas Modif	0	3	3	6
	1	3	3	6
	2	3	3	6
	3	3	3	6
Jumlah Total				24

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1. UJI KARAKTERISTIK MARSHALL

Hasil pengujian benda uji yang diperlakukan modifikasi perendaman selama 1 hari, 2 hari, 3 hari dan setiap hari diberi pemanasan dengan suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 1$ selama 10 jam, hal ini disesuaikan dengan kondisi alam yaitu panas pada siang hari dan dingin pada malam hari. Hasil pengujian seperti pada Tabel 3. dibawah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Benda Uji dengan pendekatan Kepadatan Mutlak.

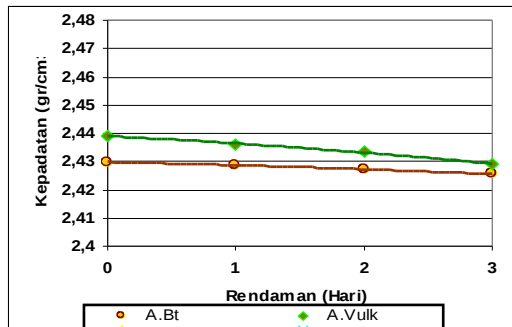
Sifat Campuran	Jenis Filler	LAMA RENDAMAN (Hari)			
		0	1	2	3
Kepadatan (gr/cm ³)	Abu Batu	2,429	2,4287	2,427	2,425
	A.Vulkanik	2,439	2,435	2,433	2,429
Stabilitas (kg)	Abu Batu	1151,069	1137,822	1121,943	1077,842
	A.Vulkanik	1153,067	1142,489	1131,910	1084,307
Kelelahan /Flow (mm)	Abu Batu	3,300	3,300	3,400	3,600
	A.Vulkanik	3,150	3,200	3,350	3,550
Marshall Quotient (kg/mm ²)	Abu Batu	351,201	344,362	331,520	300,994
	A.Vulkanik	353,795	361,855	341,197	305,438
Rongga diantara mine- ral agregat /VMA (%)	Abu Batu	17,433	17,562	17,712	17,865
	A.Vulkanik	16,885	17,169	17,359	17,715
Rongga terisi aspal /VFA (%)	Abu Batu	84,133	84,027	83,833	83,600
	A.Vulkanik	85,841	85,280	84,968	84,221
Rongga dalam campuran/VIM(%)	Abu Batu	2,766	2,810	2,871	2,938
	A.Vulkanik	2,390	2,526	2,611	2,797

Pada Tabel.3 diatas terlihat bahwa nilai kepadatan penggunaan *filler* abu batu lebih rendah dari pada *filler* abu vulkanik dan hal ini terjadi pada seluruh lamanya perendaman. Kepadatan terendah terjadi pada perendaman selama 3 hari sebesar 2,425575 gr/cm³ untuk *filler* abu batu dan 2,429067 gr/cm³ untuk *filler* abu vulkanik. Demikian pula nilai yang dihasilkan pada stabilitas Marshall yaitu stabilitas penggunaan *filler* abu batu lebih rendah dari pada *filler* abu vulkanik dan cenderung menurun sesuai dengan lama perendaman. Stabilitas terendah terjadi pada perendaman selama 3 hari sebesar 1077,842 kg untuk *filler* abu batu dan 1084,307 kg untuk *filler* abu vulkanik. Sedangkan pada nilai kelelahan (*flow*), penggunaan *filler* abu batu lebih tinggi dari pada *filler* abu vulkanik dan kedua jenis *filler* cenderung meningkat sesuai dengan lamanya perendaman. Nilai *Flow* terendah terjadi pada lama perendaman 1 hari sebesar 3,3 mm untuk *filler* abu batu dan 3,2 mm untuk abu vulkanik Namun terlihat pada nilai Marshall Quotient, bahwa penggunaan *filler* abu batu maupun *filler* abu vulkanik cenderung menurun sesuai dengan lamanya perendaman, tetapi nilai untuk *filler* abu batu lebih tinggi dari pada *filler* abu vulkanik. Nilai terendah terjadi pada perndaman selama 3 hari sebesar 300,9948 kg/mm² untuk *filler* abu batu dan 305,4385 kg/mm² untuk *filler* abu vulkanik.

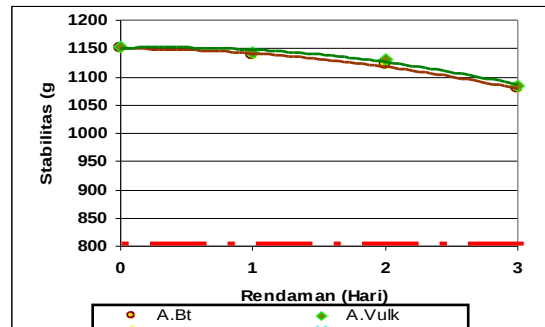
Rongga diantara mineral agregat (VMA) pada Tabel.3 terlihat bahwa nilai VMA dengan penggunaan *filler* abu batu memiliki nilai lebih besar dari pada abu vulkanik, namun masing-masing jenis *filler* cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan lamanya perendaman. Nilai terendah sebesar 17,43309 % untuk *filler* abu batu dan 16,8825 % untuk *filler* abu vulkanik, kedua jenis bahan *filler* masih memenuhi batas yang disyaratkan (VMA minimum 16 %). Demikian pula pada rongga udara dalam campuran (VIM) bahwa penggunaan *filler* abu batu memiliki nilai lebih besar dari pada abu vulkanik, namun masing-masing jenis *filler* cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan lamanya perendaman.

Sedangkan Rongga terisi aspal (VFA) terlihat bahwa penggunaan *filler* abu batu dan *filler* abu vulkanik cenderung menurun sesuai lamanya perendaman namun nilai VFA

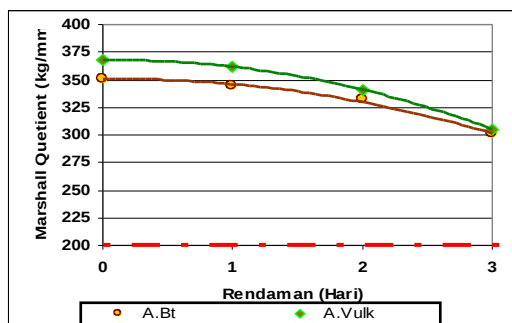
untuk *filler* abu batu lebih rendah dari pada *filler* abu vulkanik. Hasil analisis hubungan sifat-sifat campuran Marshall dengan lamanya perendaman pada pendekatan kepadatan mutlak dapat dilihat dalam Gambar 1. berikut.



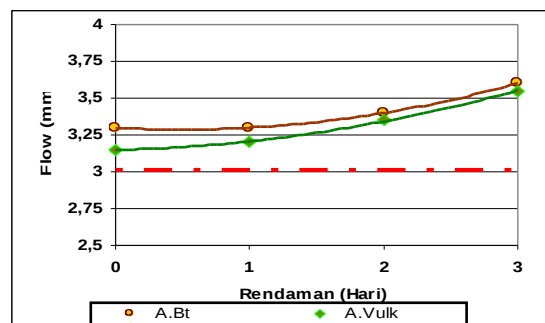
Gambar a : Hub. Kepadatan vs lama rendaman.



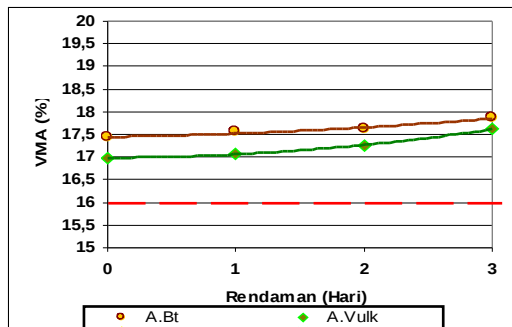
Gambar b : Hub. Stabilitas vs lama rendaman.



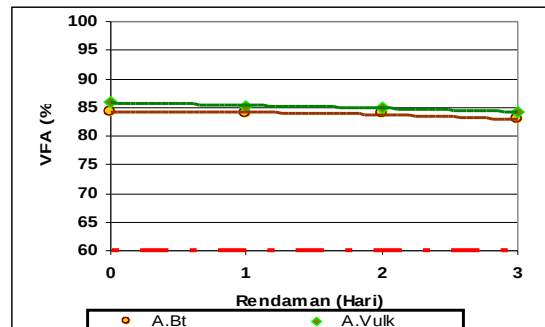
Gambar c : Hub. Marshal Q vs lama rendaman.



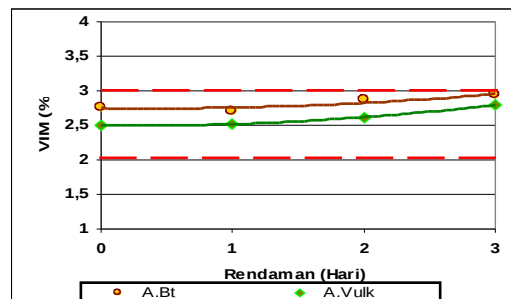
Gambar d : Hub. Flow vs lama rendaman.



Gambar e : Hub. VMA vs lama rendaman.



Gambar f : Hub. VFA vs lama rendaman.



Gambar g : Hub. VIM vs lama rendaman.

Gambar 1. Grafik Hubungan sifat-sifat campuran dengan lama perendaman pada KAO dengan Kepadatan Mutlak.

Berdasarkan pada Gambar 1, lama perendaman akan berpengaruh terhadap sifa-sifat campuran beraspal sebagaimana dalam penjelasan berikut.

1.Kepadatan.

Terlihat bahwa kedua jenis *filler* memiliki tingkat kepadatan yang cenderung menurun sesuai dengan lamanya perendaman (Gambar 1.a). Namun tingkat kepadatan yang dimiliki *filler* abu vulkanik lebih tinggi/ lebih baik dari pada *filler* abu batu. Terjadinya penurunan kepadatan pada campuran yang diakibatkan oleh lamanya perendaman tersebut akibat dari disintegrasi mineral agregat pada campuran, terutama pada lapisan briket bagian luar (Putrowijoyo, 2006)

2.Stabilitas.

Grafik Stabilitas seperti yang terlihat dalam Gambar 1.b, memperlihatkan penurunan yang tidak drastis untuk kedua jenis *filler*. Namun setelah dua hari perendaman, penurunan stabilitas untuk kedua jenis *filler* cukup besar. Hal ini dapat terjadi karena geseran antar butir agregat dan penguncian antar butir agregat serta daya ikat dari lapisan aspal berkurang..

3.Marshall Quotient.

Grafik hubungan Marshall Quotient dengan Lama Perendaman (Gambar 1.c) terlihat bahwa nilai MQ untuk kedua jenis *filler* cenderung menurun sesuai dengan lamanya perendaman. Namun nilai MQ untuk *filler* abu vulkanik lebih tinggi dari pada *filler* abu batu. Hal ini menunjukkan bahwa perkerasan dengan campuran *filler* abu batu lebih rentan terhadap deformasi dari pada *filler* abu vulkanik. Menurut Kusmawan R, (2000), Marshall Quotient memprediksikan fleksibilitas bahan, campuran dengan Marshall Quotien yang rendah akan menjadikan campuran lebih rentan terhadap deformasi dan bila campuran Marshall Quotient lebih tinggi akan menjadikan campuran lebih kaku

4.Kelelehan (*Flow*).

Nilai Kelelehan (*Flow*) seperti dalam Gambar 1.d, terlihat bahwa nilai *flow* untuk kedua jenis *filler* cenderung meningkat sesuai dengan lamanya perendaman. Namun nilai *flow* *filler* abu batu lebih tinggi dari pada *filler* abu vulkanik. Hal ini memperlihatkan bahwa tingkat kelenturan perkerasan dengan campuran *filler* abu batu lebih rendah dari pada *filler* abu vulkanik. Peningkatan kelelehan tersebut disebabkan lekatan aspal dan *filler* terhadap batuan berkurang.

5.Rongga Didalam Campuran.(VMA, VFA dan VIM)

Grafik hubungan antara VMA dengan lama Perendaman (Gambar 1.e) terlihat bahwa nilai VMA untuk kedua jenis bahan *filler* cenderung meningkat seiring dengan lamanya perendaman. Peningkatan ini terjadi karena adanya desakan air dan masuk kedalam rongga agregat. Namun nilai VMA jenis bahan *filler* abu batu dalam lama perendaman yang sama lebih tinggi dari pada bahan *filler* abu vulkanik. Hal ini terjadi karena berat jenis *filler* abu batu lebih kecil dari pada *filler* abu vulkanik. Dalam berat yang sama, volume abu batu akan lebih besar dari pada volume abu vulkanik, sehingga banyaknya rongga agregat semakin besar. Pada Gambar 1.f. yaitu Grafik hubungan antara VFA dengan lama perendaman terlihat bahwa kedua jenis bahan *filler* cenderung menurun sesuai dengan lamanya perendaman. Hal ini disebabkan karena nilai VMA yang cenderung meningkat. Namun dalam Grafik tersebut terlihat bahwa nilai VFA untuk *filler* abu batu lebih rendah dari pada *filler* abu vulkanik, hal ini memperlihatkan bahwa *filler* abu batu mengisi rongga diantara agregat lebih banyak dari pada *filler* abu vulkanik karena volume *filler* abu batu lebih besar dari pada volume *filler* abu vulkanik. Pada Grafik hubungan antara VIM dengan lama perendaman (Gambar 1.g) terlihat bahwa kedua jenis *filler* cenderung naik sesuai dengan lamanya perendaman. Hal ini terjadi adanya air yang mengisi rongga udara dan meresap diantara butiran agregat. Disamping dalam Grafik tersebut terlihat pula bahwa nilai VIM untuk *filler* abu batu lebih tinggi dari

pada *filler* abu vulkanik. Hal ini disebabkan karena volume *filler* abu vulkanik lebih sedikit dalam mengisi rongga udara sehingga rongga terisi aspal akan lebih besar dari pada *filler* abu batu.

3.2. HASIL ANALISIS DURABILITAS

Kriteria mekanis untuk durabilitas adalah dengan stabilitas Marshall yang dilakukan terhadap benda uji setelah mendapat perlakuan dalam perendaman selama 0 hari, 1 hari, 2 hari dan 3 hari serta setiap hari mendapat pemanasan 60° C selama 10 jam. (Pukul : 07.00 s/d 17.00).

Indek Stabilitas Sisa (*Index of Retained Stability / IRS*) ditentukan untuk mengevaluasi ketahanan terhadap pengrusakan air dan efisiensi daya adhesi dari bahan ikat dan agregat. Perendaman lebih lama menyebabkan air terserap kedalam spesimen meningkat dan menembus kebagian antar permukaan aspal-agregat dan pori-porinya. Kehadiran air pada bagian permukaan antar permukaan-aspal dan pori-pori ini pada akhirnya akan mengarah pada pengelupasan aspal dari permukaan agregat dan menyebabkan berkurangnya kekuatan campuran. Indek Durabilitas Pertama (**r**) didefinisikan sebagai jumlah kemiringan dari setiap bagian yang berurutan dari kurve durabilitas. Secara praktis indek durabilitas pertama ini menggambarkan persentase kehilangan kekuatan yang dibobotkan untuk pengujian satu hari.

Indeks (r) dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$r = \sum_{i=0}^{i=n-1} \left(\frac{S_i - S_{i+1}}{t_{i+1} - t_i} \right) \quad [1]$$

Keterangan :

- r = Nilai Penurunan stabilitas (kg)
- S_i = persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_i
- S_{i+1} = persen kekuatan yang tersisa pada waktu t_{i+1}
- t_i, t_{i+1} = waktu perendaman (mulai dari awal pengujian)

Indek Durabilitas Kedua (**a**) didefinisikan sebagai rata-rata luasan kehilangan kekuatan yang dibentuk antara kurva durabilitas dan garis $S_0 = 100$ persen. Indeks (a) ini dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$a = \frac{1}{t_n} \sum_{i=1}^{i=n} a_i + \frac{1}{2t_n} \sum_{i=0}^{i=n-1} \left(\frac{S_i - S_{i+1}}{2t_n - (t_i + t_{i+1})} \right) \quad [2]$$

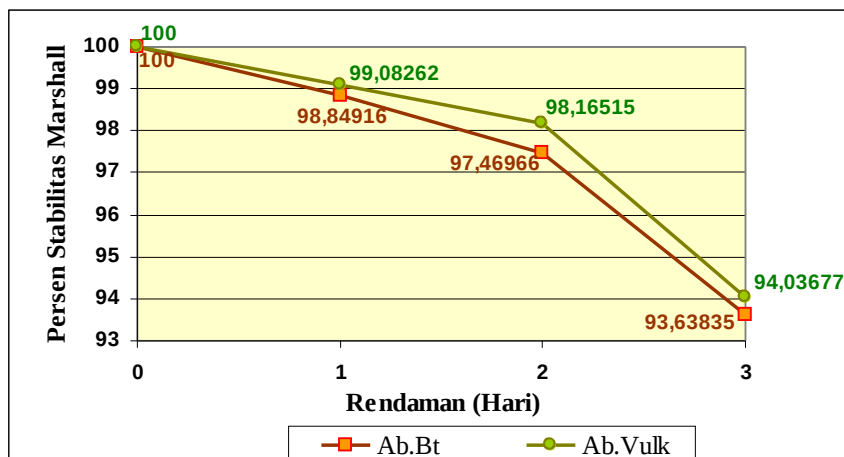
Indeks durabilitas kedua juga menggambarkan suatu ekivalensi kehilangan kekuatan satu hari. Nilai positif dari (**a**) mengindikasikan kehilangan kekuatan, nilai negatif berarti penambahan kekuatan. Dengan definisi ini maka $a < 100$ dan konsekuensinya memungkinkan untuk menampilkan persen equivalen kuat sisa satu hari ($S_a = (100 - a)$). Hasil Analisis Indek-indek Durabilitas tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4. dibawah

Tabel 4. Hasil Analisis Durabilitas modifikasi Marshall.

Sifat Marshall	Jenis Filler	Lama Perendaman (Hari)				Hasil
		0	1	2	3	
Stabilitas (Kg)	Abu Batu	1151,069	1137,822	1121,943	1077,842	
	A.Vulkanik	1153,067	1142,489	1131,91	1084,307	
% Sisa Stabilitas (Kg)	Abu Batu	100	98,84916	97,46966	93,63835	
	A.Vulkanik	100	99,08262	98,16515	94,03677	
Durabilitas IRS (%)	Abu Batu					98,84916
	A.Vulkanik					99,08262
	Minimal					75
r (%)	Abu Batu	0	0,048972	0,057479	0,159638	0,266089
	A.Vulkanik	0	0,039037	0,038228	0,172016	0,249281
a (%)	Abu Batu	0	0,959036	0,68975	0,638551	2,287338
	A.Vulkanik	0	0,764483	0,458733	0,688064	1,91128
Sa (%)	Abu Batu					97,71266
	A.Vulkanik					98,08872

Kriteria Indeks Durabilitas Pertama (**r**) mengindikasikan bahwa antara campuran dengan bahan *filler* abu batu dan *filler* abu vulkanik tidak memiliki perbedaan persen kehilangan kekuatan yang signifikan. Perbedaan yang terjadi bahan *filler* abu batu sedikit lebih tinggi dari pada bahan *filler* abu vulkanik yaitu sebesar 0,266089 % untuk *filler* abu batu dan 0,249281 % untuk *filler* abu vulkanik.

Indeks Durabilitas Kedua (**a**) seperti dalam Tabel 4. terlihat bahwa campuran dengan bahan *filler* abu batu memiliki nilai (**a**) lebih tinggi dari pada bahan *filler* abu vulkanik yaitu sebesar 2,287338 % untuk bahan *filler* abu batu dan 1,91128 % untuk bahan *filler* abu vulkanik. Sedangkan persen ekuivalen kuat sisa (Sa) untuk bahan *filler* abu batu sebesar 97,71266 % sedangkan *filler* abu vulkanik 98,0887 % , seperti yang terlihat dalam Gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Kurva Durabilitas

Persen Sisa Stabilitas masing-masing bahan *filler* menunjukkan sedikit perbedaan pada perendaman 1 dan 2 hari, sedangkan perendaman pada hari ketiga, kedua jenis bahan *filler* mengalami penurunan persen sisa durabilitas yang cukup besar, namun kedua jenis bahan *filler* tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN.

4.1. KESIMPULAN

Sifat campuran yang dilakukan uji Marshall dengan 2 x 400 tumbukan dan disertai modifikasi perendaman memberikan hasil :

- a. Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran dengan *filler* abu batu lebih tinggi 1,6667 % dari pada *filler* abu batu yaitu 6,0 % untuk *filler* abu batu dan 5,9 % untuk abu vulkanik.
- b. Lama perendaman akan mengakibatkan peningkatan nilai Rongga Mineral Agregat (VMA) dan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) namun mengakibatkan pula penurunan terhadap nilai Rongga terisi Aspal (VFA).
- c. Persen Sisa Stabilitas masing-masing bahah *filler* menunjukkan sedikit perbedaan pada perendaman 1 dan 2 hari, namun perendaman pada hari ketiga, kedua jenis bahan *filler* mengalami penurunan persen sisa durabilitas yang cukup besar yaitu 93,63835 % untuk *filler* abu batu dan 94,03677 % untuk *filler* abu vulkanik, atau *filler* abu batu tingkat penurunan stabilitas lebih tinggi 0,4237 % dari pada abu vulkanik.

4.2. SARAN-SARAN.

Keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian ini seperti lingkup batas kajian, kelengkapan Laboratorium, sehingga penelitian ini masih perlu kajian lebih lanjut, terutama pemanfaatan bahan vulkanik secara optimal dan prosedur penelitian yang benar oleh karena itu disarankan :

- a. Dalam penggunaan material vulkanik tidak sebatas pada *filler*, namun perlu dilakukan sieve analisis dan digunakan sebagai fraksi material gabungan dengan material lain.
- b. Perlu dilakukan tahapan uji perendaman untuk mendapatkan stabilitas sisa pada suhu $60 \pm 1^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam.
- c. Perlu penelitian lebih lanjut dalam variasi lama perendaman yang disertai pemanasan dalam suhu tertentu hingga lebih dari 3 hari.

DAFTAR PUSTAKA.

- Anonim, 1999, *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimbangwil – Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi dan Prasarana Jalan, No.023/T/BM/1999 SK.No.76/ KPTS/Db/ 1999, Bandung, hal. 1 – 85.
- Anonim, 2006, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan* No: 001 - 03 / BM / 2006, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta, hal. 1 – 53.
- Hadi, Y. M. 2001, *Permeabilitas Dan Pengaruhnya Terhadap Durabilitas Campuran Beraspal*, Tesis Magister Bidang Khusus Rekayasa Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung, hal. 1-96.
- Kusmawan R. 2000, *Pengaruh Jenis Filler dan Gradasi Agregat Terhadap Potensial Durabilitas dari Campuran Stone Mastic Asphalt (SMA)*, Prosiding Simposium III FSTPT, UGM, 15 November 2000, hal. 1-10.
- Pratomo P. 1999, *Campuran Hot Rolled Sheet Dengan Berbagai Jenis Filler*, Prosiding Simposium I Studi Transportasi Perguruan Tinggi, ITB, Bandung, hal. 353-358.
- Putrowijoyo R. 2006, *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Concrete – Wearing Course (AC - WC) Dengan Membandingkan Penggunaan antara Semen Portland dan Abu Batu sebagai Filler*, Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang, hal. 1 – 133.

- Sudaryo dan Sucipto, 2009, Identifikasi dan Penentuan Logam Pada Tanah Vulkanik didaerah Cangkringan Kabupaten Sleman dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat, Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 5 November 2009, 7 Hal.
- Widodo S. 2000, Pengaruh Berat Jenis Filler terhadap Karakteristik Campuran Split Mastic Asphalt, Prosiding Simposium III FSTPT, ISBN NO. 979-96241-0-X, hal. 1 – 9.